高出力エネルギー兵器の搭載を見据えた艦艇電源システムの研究

防衛装備庁 長官官房
艦船設計官付 動力システム設計室

発表次第

１. 背　景

２. 高出力エネルギー兵器を搭載するための課題
- 課題①　パルス状の大電力の連続供給
- 課題②　船の大型化抑制
- 課題③　配電

３. 課題解決のための対策
- 対策①　電力貯蔵供給装置
- 対策②　発電システム
- 対策③　制御システム

４. 設計研究スケジュール

５. まとめ

1.背景－１

水上における新たな脅威

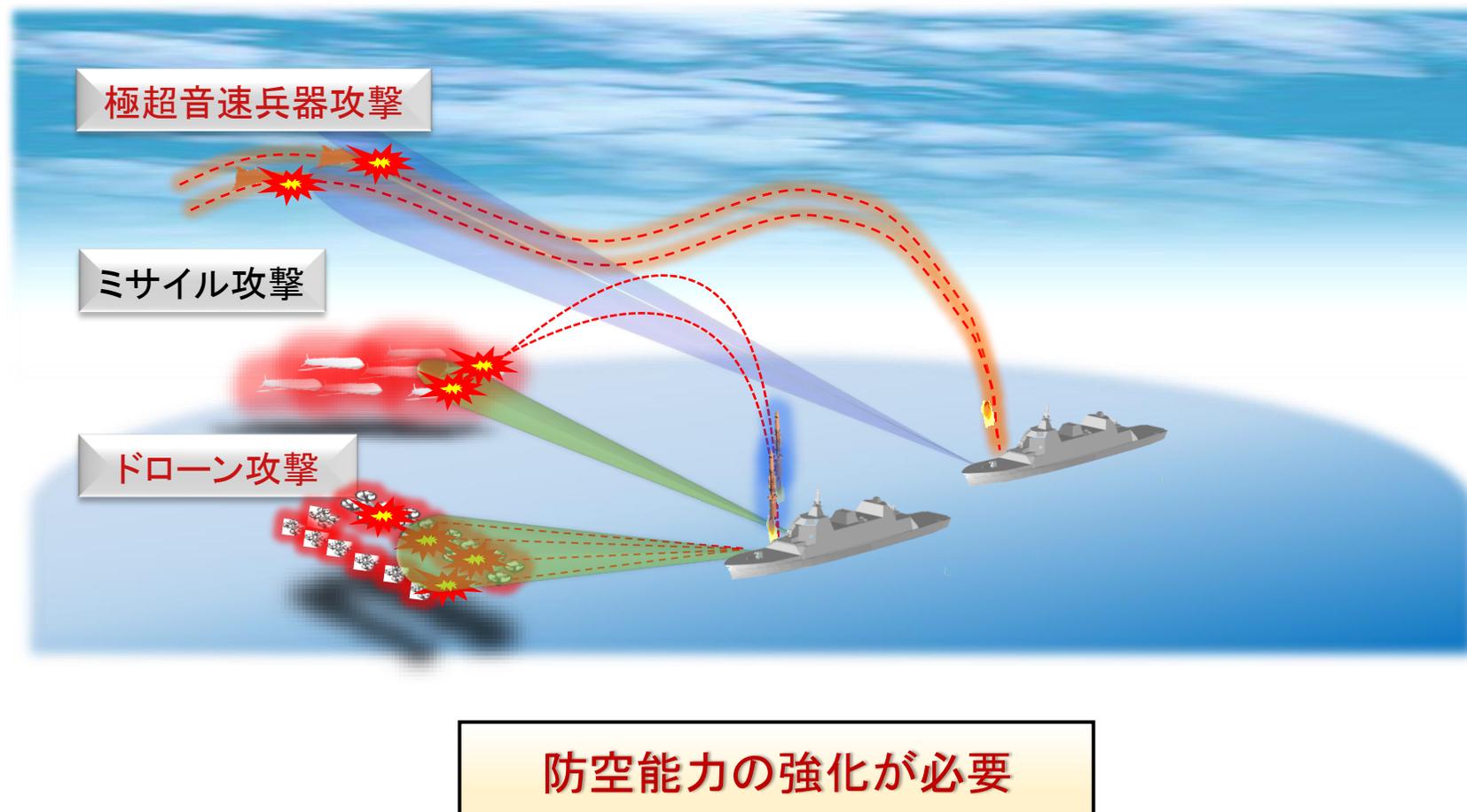
✓ 極超高速兵器やドローン等による新たな攻撃手段が出現

極超音速兵器攻撃

ミサイル攻撃

ドローン攻撃

防空能力の強化が必要

1．背景－２

防空能力強化ための新たな兵器

✓ 欧米を中心に高出力エネルギー兵器の開発が進捗

海外開発品　装備庁開発品

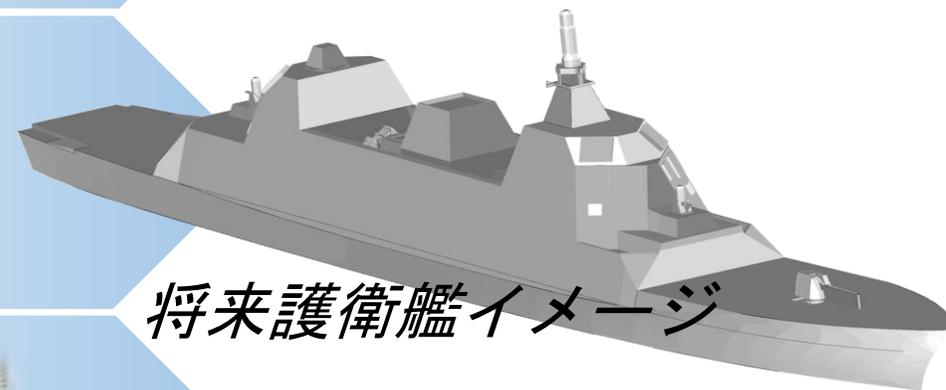
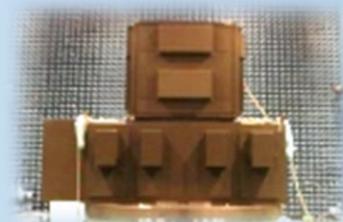
レールガン

US Navy
Electromagnetic Railgun Cannon
(Source: Defense News 2018/03/11)
https://defencenews.com/#/videos2

高出力レーザー

GoV.UK
Advanced future military laser
(Source: Gov. UK government news 2024/1/19)
https://www.gov.uk/government/news/advanced-future-military-laser-achieves-uk-first

高出力マイクロ波

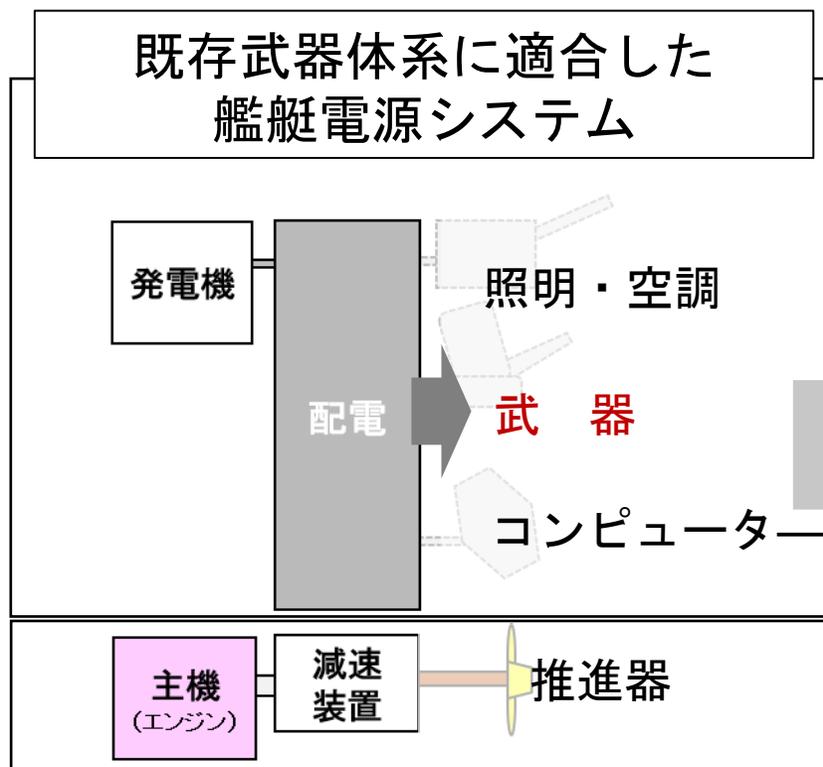
Raytheon
Phaser High-Power Microwave System
(Source: Raytheon HP)
https://www.rtx.com/raytheon/what-we-do/integrated-air-and-missile-defense/phaser-high-power-microwave

将来護衛艦イメージ

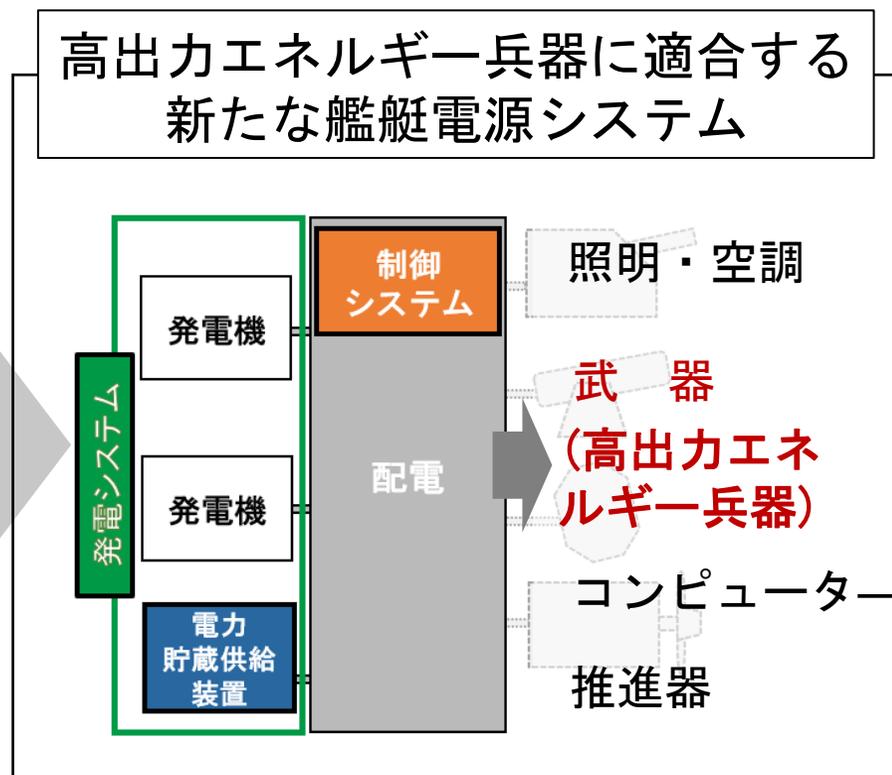
我が国でも高出力エネルギー技術を用いた装備品を護衛艦に搭載すべく研究開発を実施中

1. 背景－３

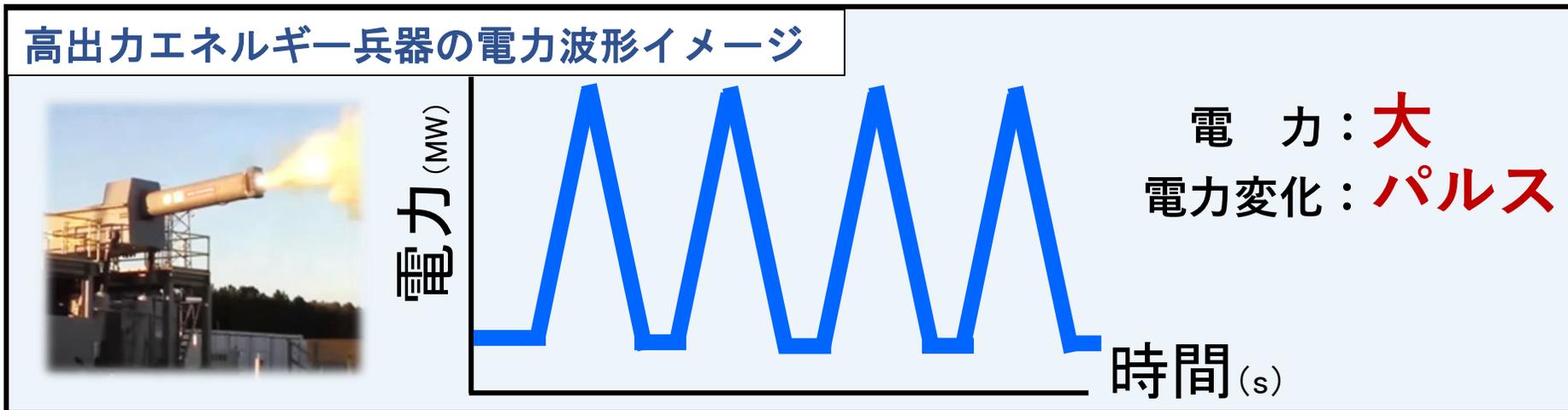
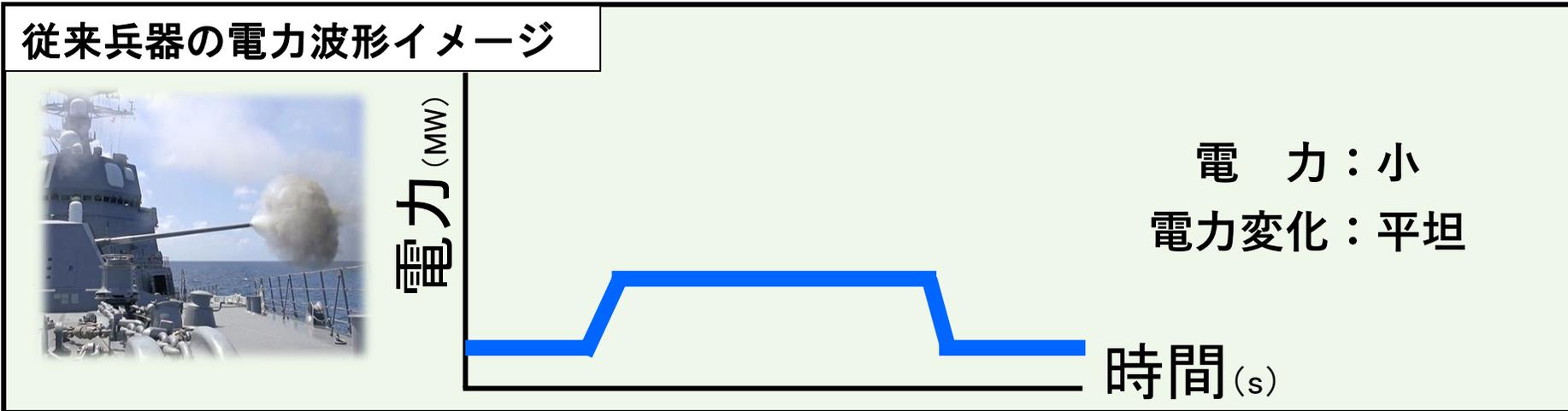
高出力エネルギー兵器を搭載するために

✓ 艦艇電源システム：推進用の動力源（主機）とは別に発電機から、照明、空調、武器コンピューターなど装備品を動かすために電力供給するシステム

〈現　在〉

課　題

〈将　来〉

高出力エネルギー兵器の搭載を見据えた艦艇電源システムについて研究中

2. 高出力エネルギー兵器を搭載するための課題-①

課題① パルス状の大電力の連続供給

「どのようにパルス状の大電力を連続的に供給するか」が課題

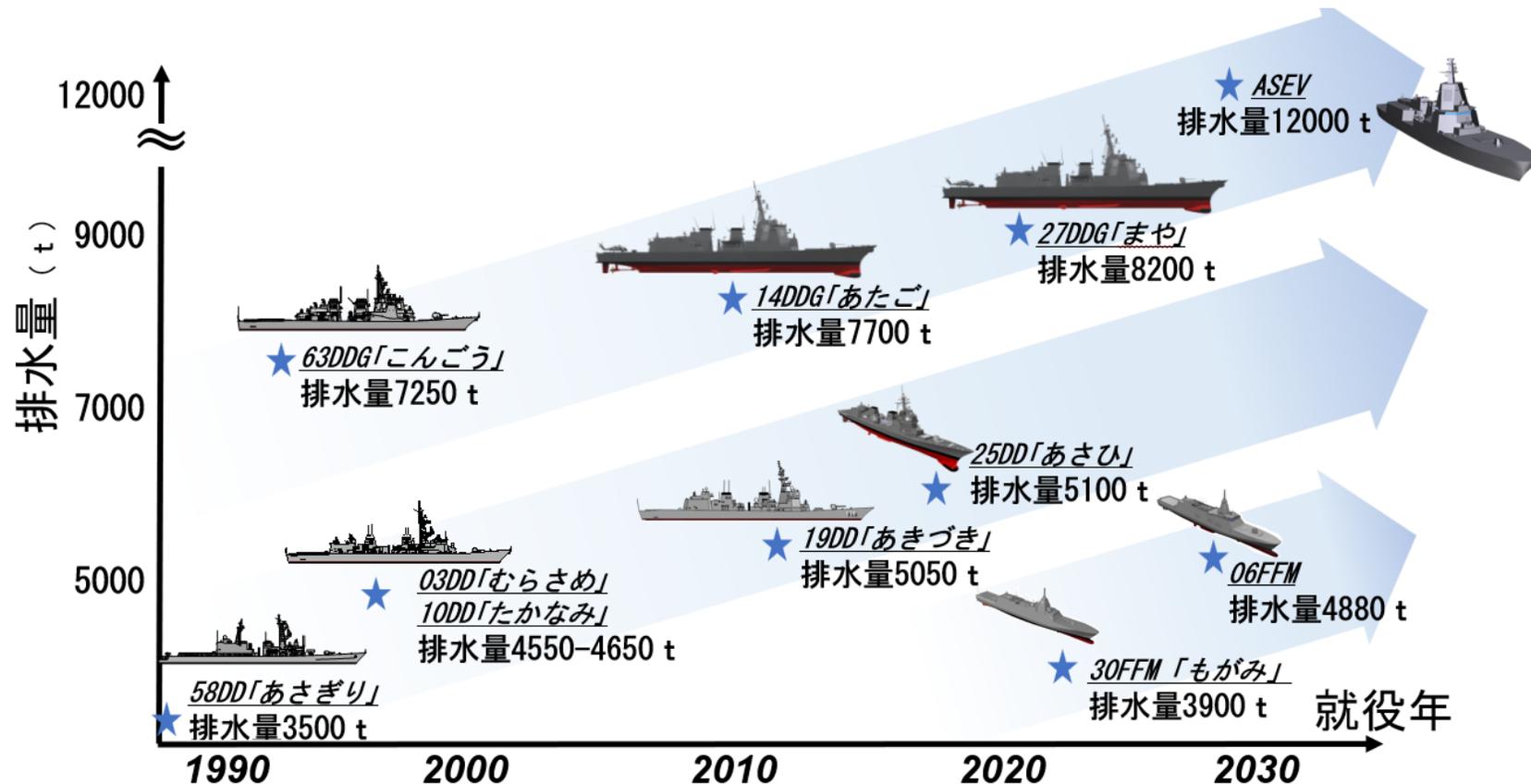
２. 高出力エネルギー兵器を搭載するための課題−②

課題② 船の大型化抑制

- ✓ 武器の発展に伴って護衛艦は年々大型化
- ✓ 船の大型化は建造費増加や岸壁の確保など、様々な問題が発生

排水量（t）
12000
9000
7000
5000

58DD「あさぎり」 排水量3500 t
63DDG「こんごう」 排水量7250 t
03DD「むらさめ」 10DD「たかなみ」 排水量4550−4650 t
14DDG「あたご」 排水量7700 t
19DD「あきづき」 排水量5050 t
25DD「あさひ」 排水量5100 t
27DDG「まや」 排水量8200 t
30FFM 「もがみ」 排水量3900 t
06FFM 排水量4880 t
ASEV 排水量12000 t

1990 2000 2010 2020 2030
就役年

高出力エネルギー兵器を搭載するにあたって、「どのように船の大型化を抑制するか」が課題

2．高出力エネルギー兵器を搭載するための課題−③

課題③ 最適な配電

✓ 電力需給バランスが大きくくずれると停電が発生、重大事故につながる恐れ

〈新しい艦艇電源システム〉

電力供給側

電力をとどける側

発電機

発電機

電池
電力貯蔵
供給装置

発電可能
な電力

電力供給安定

供給過剰
（機器異常）

供給不足
（停電）

配 電

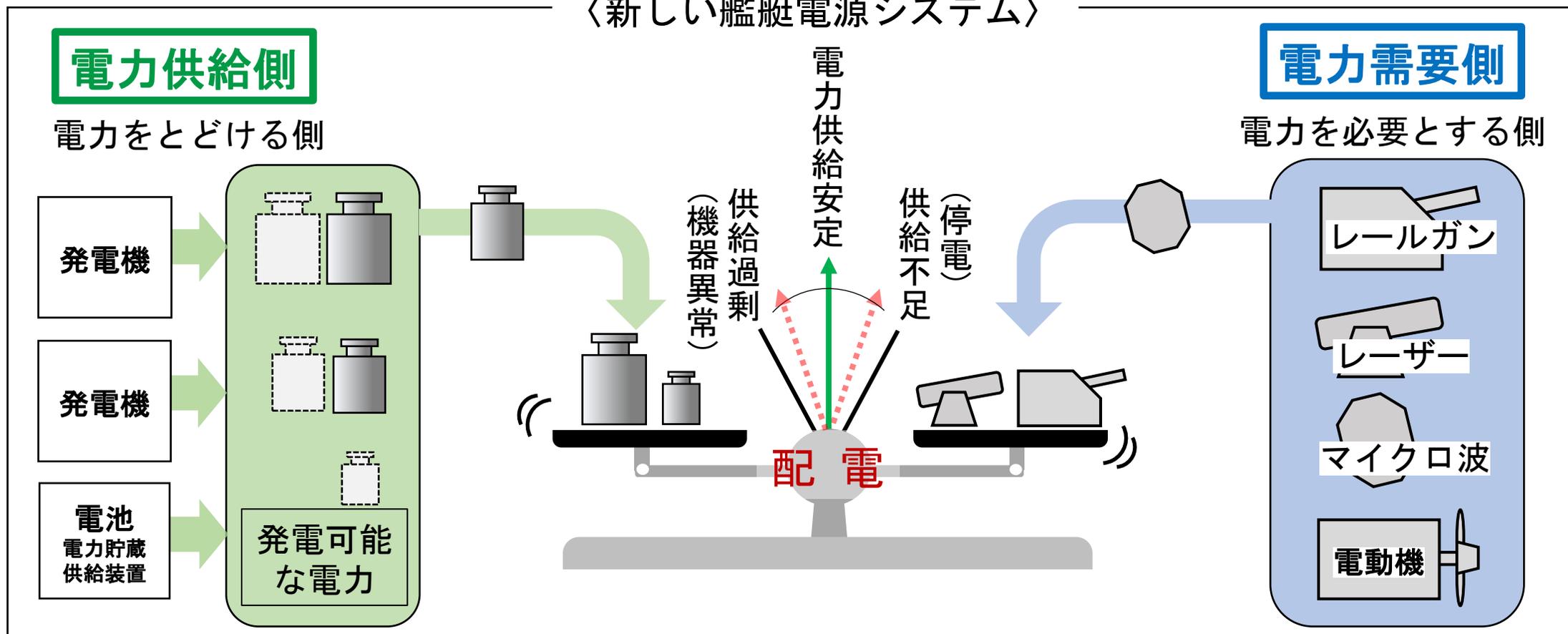
電力需要側

電力を必要とする側

レールガン

レーザー

マイクロ波

電動機

各装備品の使用状況に応じた必要な電力にあわせて、どの発電機や電池を使って、送る電力を調整するかといった「どのように配電するか」が課題

発表次第

3．課題解決のための方法（対策①－１）

課題①　パルス状の大電力の連続供給　⇒　対策①　電力貯蔵供給装置

✓　発電機は連続的に電力を供給できるものの、パルス状の大電力は供給不可

従来の方法

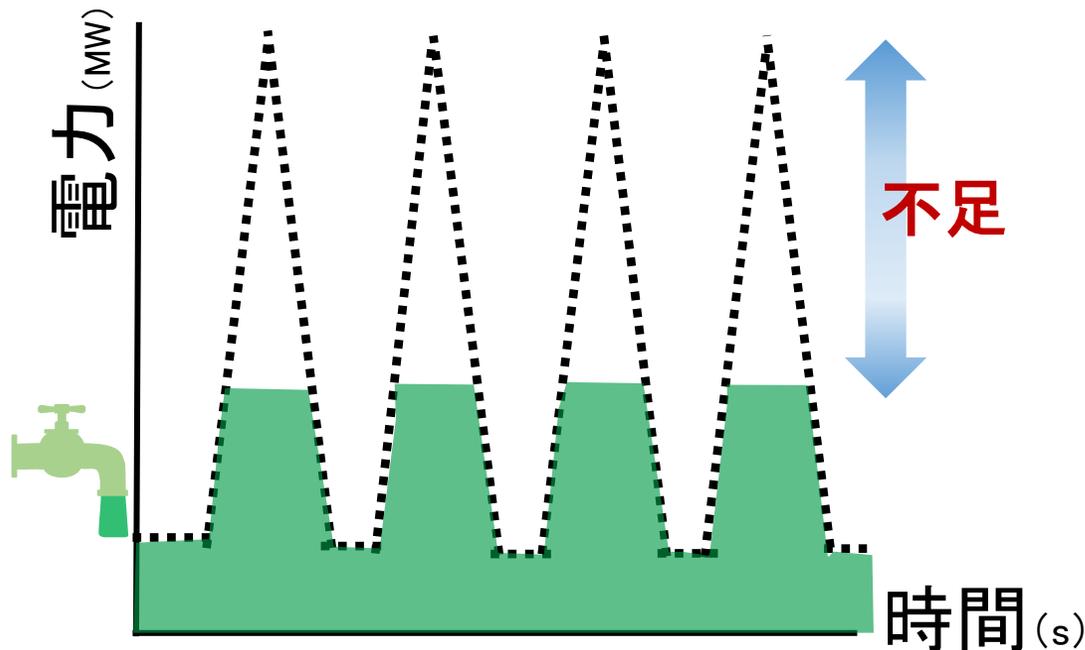
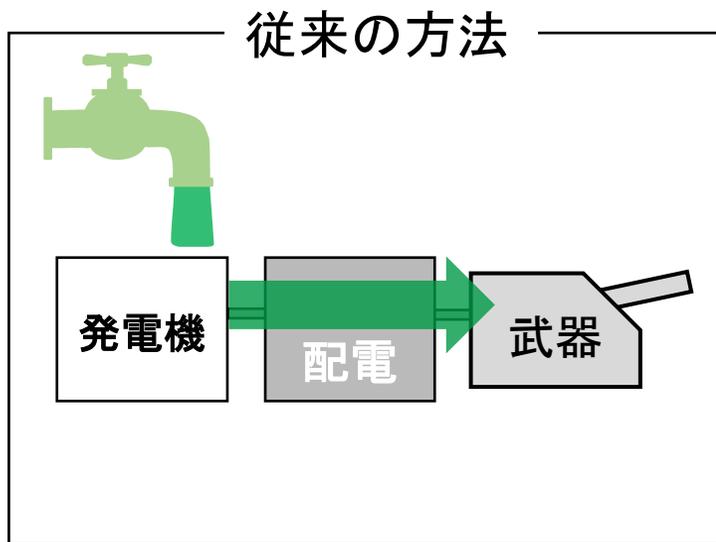
発電機

配電

武器

電力(MW)

不足

時間(s)

パルス状の大電力を連続供給するには発電機をサポートする仕組みが必要

３．課題解決のための方法（対策①－２）

課題① パルス状の大電力の連続供給 ⇒ 対策① 電力貯蔵供給装置

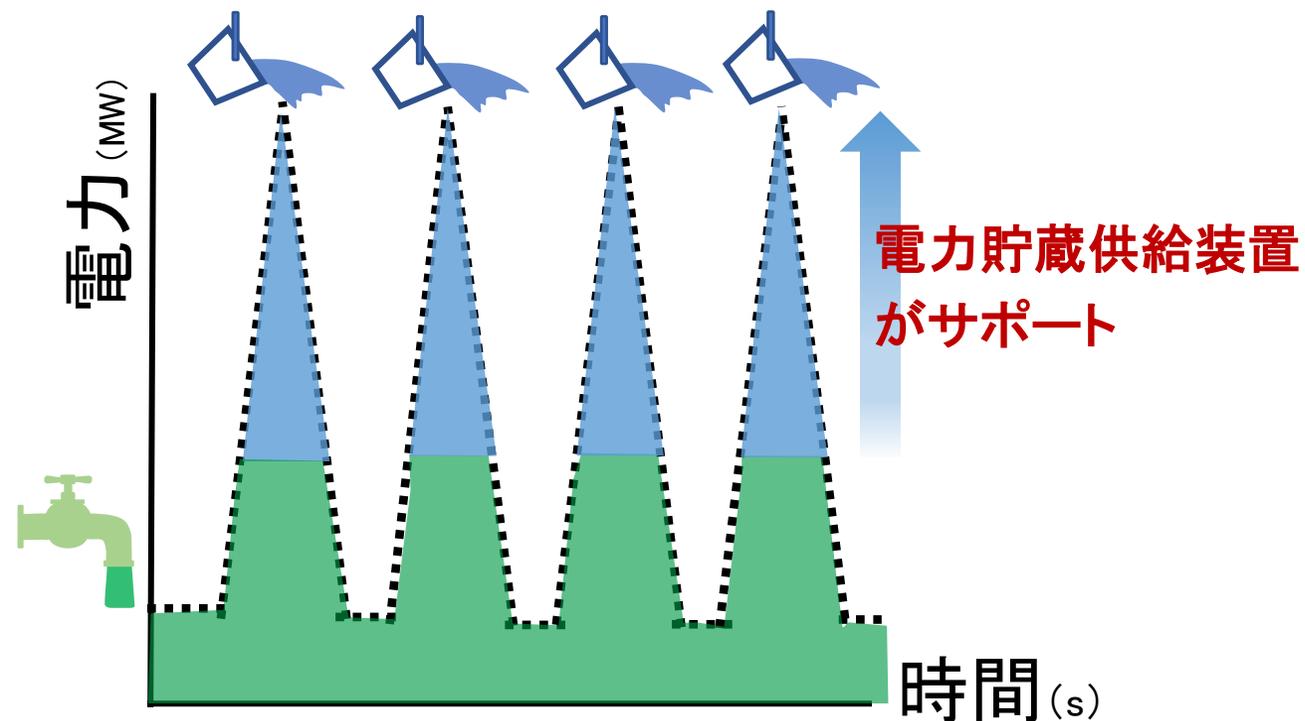
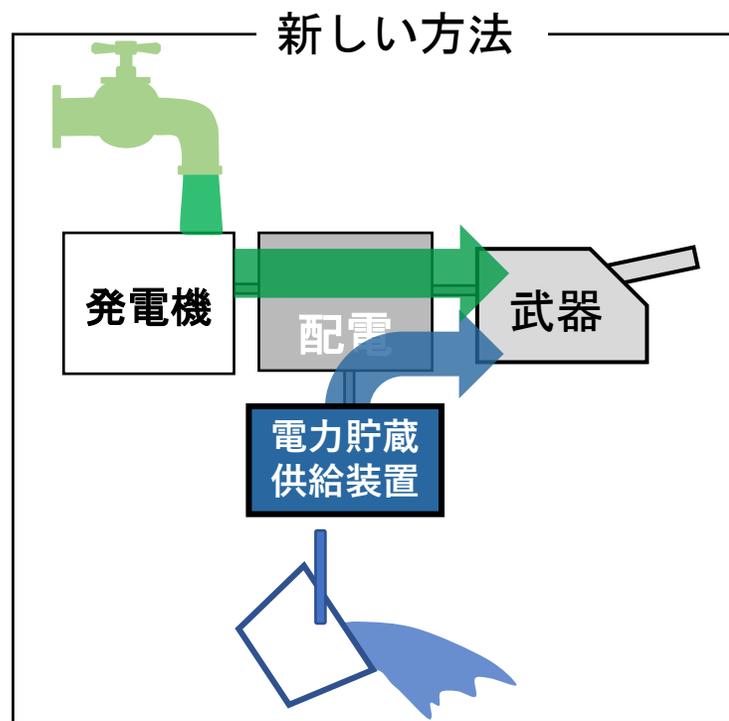
✓ 電力貯蔵供給装置は電池等を使用して電力をためることで、パルス状に大電力を供給可能

新しい方法

発電機　配電　武器

電力貯蔵供給装置

電力（MW）

時間（s）

電力貯蔵供給装置がサポート

発電機だけでは電力不足だった部分を【電力貯蔵供給装置】が都度電力をつぎ足すことによってパルス状の大電力の連続供給が可能

３．課題解決のための方法（対策②－１）

課題② 船の大型化抑制 ⇒ 対策② 発電システム

- ✓ 前述の考え方で各高出力エネルギー兵器に電力供給する場合、大規模なシステム構成
- ✓ 高出力エネルギー兵器を搭載すると、船が大型化する懸念

前述の考え方に基づく
基本電源構成

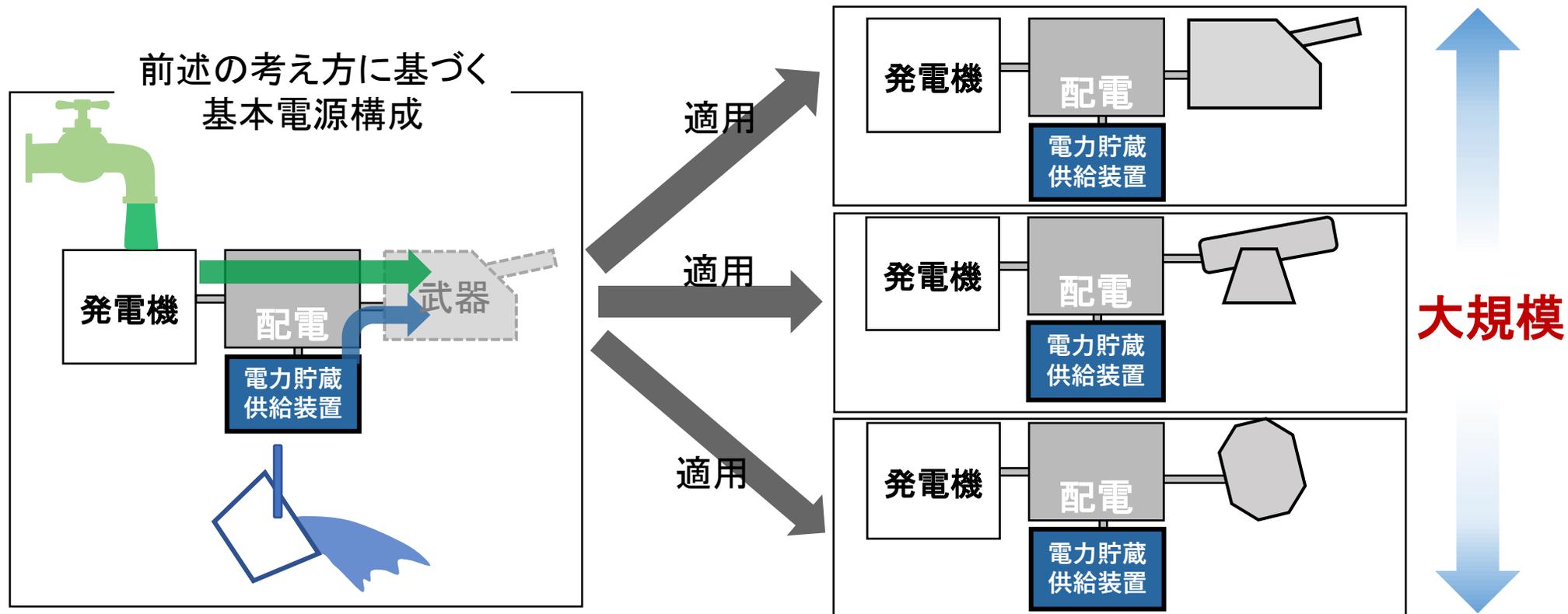
発電機
配電
武器
電力貯蔵
供給装置

適用
適用
適用

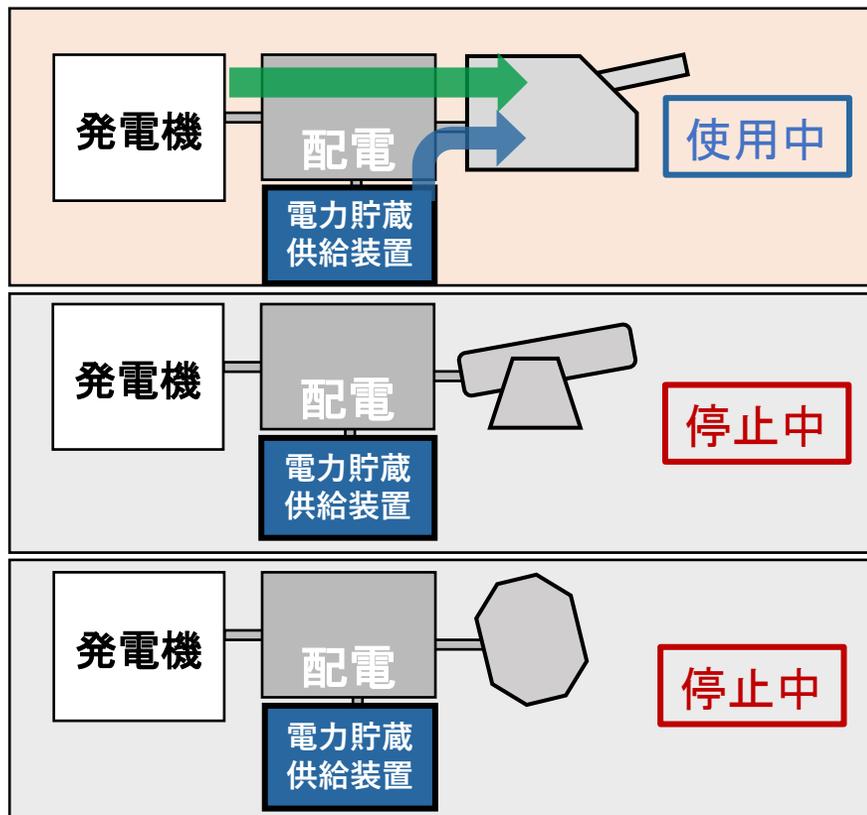
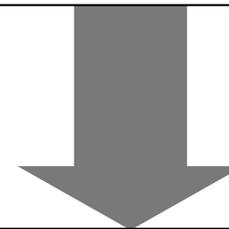
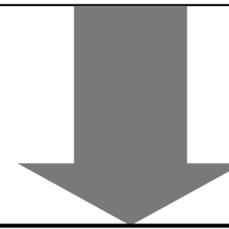
発電機
配電
電力貯蔵
供給装置

発電機
配電
電力貯蔵
供給装置

発電機
配電
電力貯蔵
供給装置

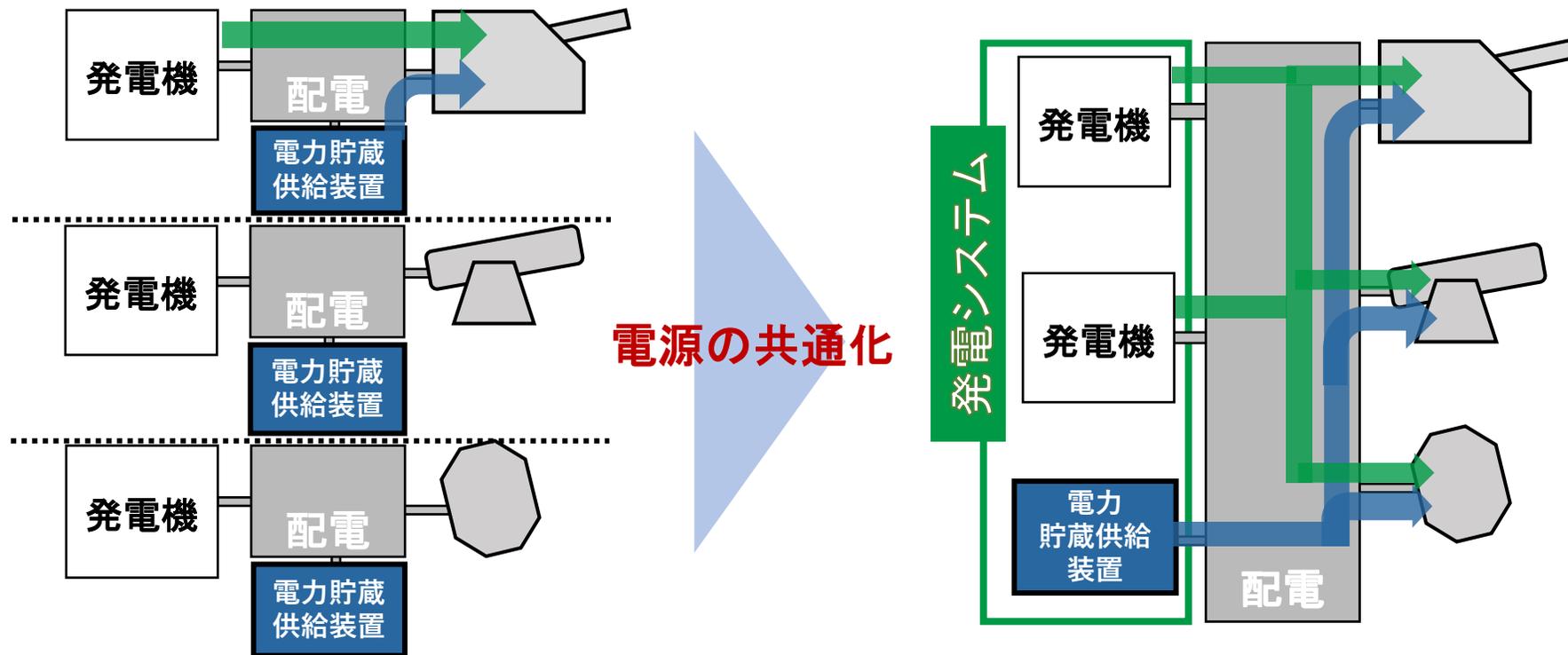
大規模

高出力エネルギー兵器を搭載しても船が大型化しないように、船の大型化を抑制する仕組みが必要

３．課題解決のための方法（対策②－２）

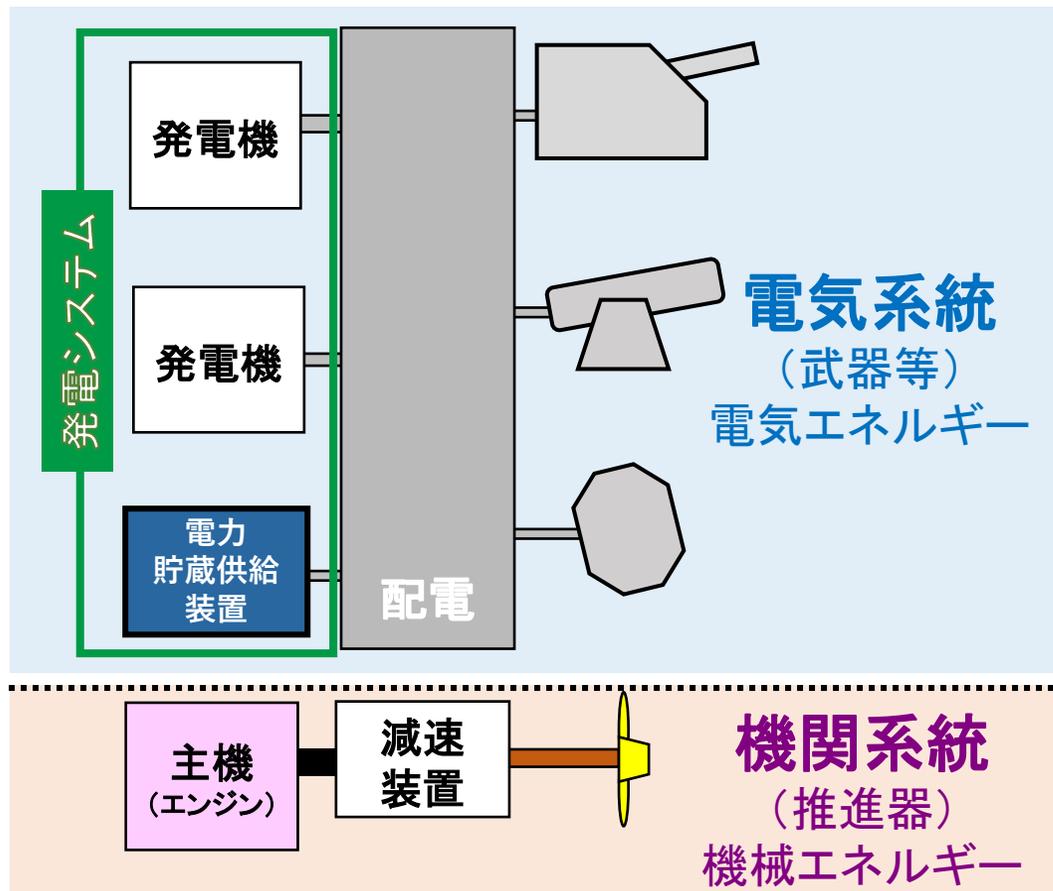
課題② 船の大型化抑制（１） ⇒ 対策② 発電システム

高出力エネルギー兵器が停止中の場合、付帯する発電機や電力貯蔵供給装置も停止

スペースに制約のある船において、このような使い方は非効率

停止する発電機や電力貯蔵供給装置を局限した効率的な発電方法にすれば、発電機や電力貯蔵供給装置を削減でき、船の大型化を抑制可能

３. 課題解決のための方法（対策②－３）

課題② 船の大型化抑制（１） ⇒ 対策② 発電システム

- ✓ 付帯する発電機と電力貯蔵供給装置を共通化
- ✓ 共通化することで、発電機と電力貯蔵供給装置を自由に組み合わせた効率的な発電が可能
- ✓ 発電システムにより、発電機と電力貯蔵供給装置を集約 ⇒ 省スペース化に大きく寄与

発電機と電力貯蔵供給装置を共通化した【発電システム】により、船の大型化を抑制可能

３．課題解決のための方法（対策②－４）

課題② 船の大型化抑制（２） ⇒ 対策② 発電システム

船には電気系統と機関系統が存在

推進器を動かす機関系統は専用の主機と減速装置によって構成、艦内に多くのスペースが必要

推進専用の主機や減速装置からなる機関系統を電気系統に統合することができれば、スペースの節減を図ることが可能であり、船の大型化をさらに抑制可能

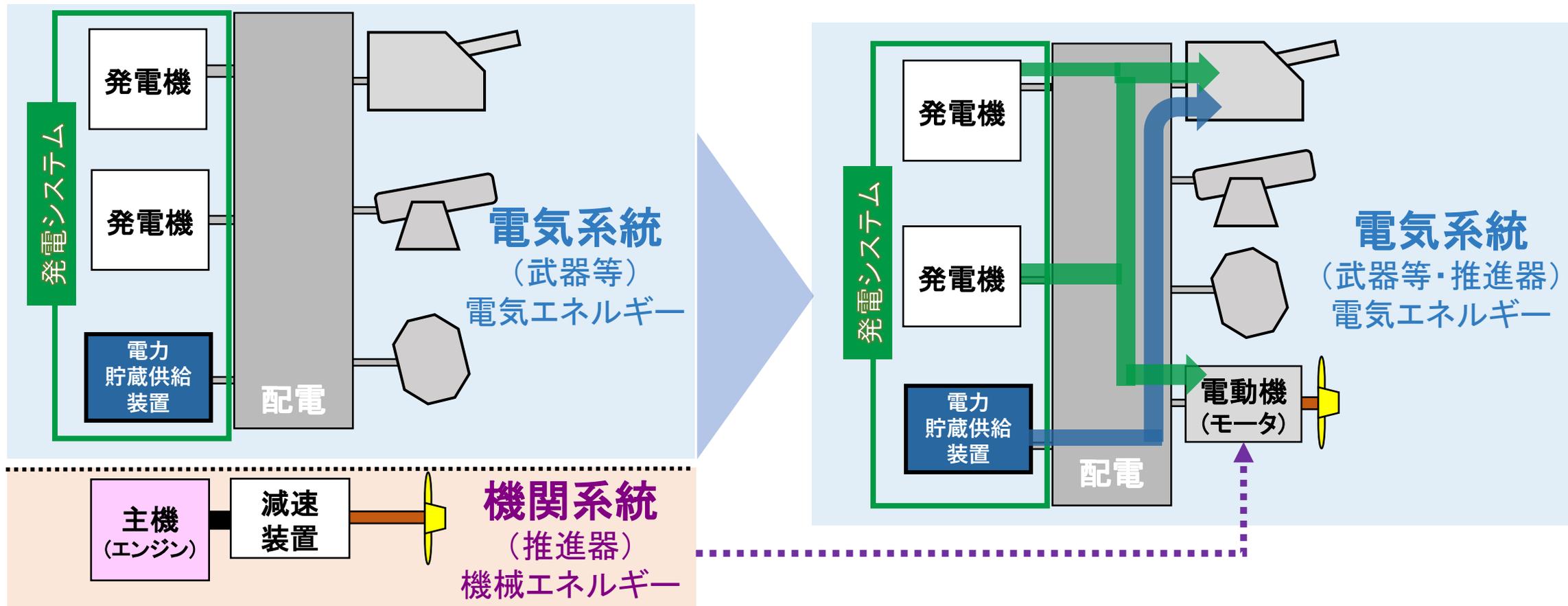
３. 課題解決のための方法（対策②－５）

課題② 船の大型化抑制（２） ⇒ 対策② 発電システム

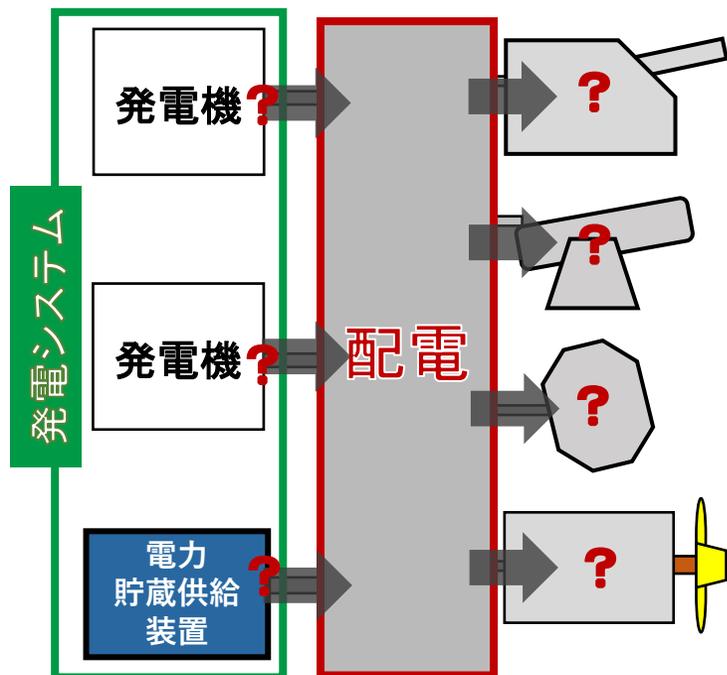
✓ 推進に必要な主機と減速装置を廃止して電動機に変更

発電システム
発電機
発電機
電力貯蔵供給装置
配電
電気系統
（武器等）
電気エネルギー

主機（エンジン）
減速装置
機関系統
（推進器）
機械エネルギー

発電システム
発電機
発電機
電力貯蔵供給装置
配電
電動機（モータ）
電気系統
（武器等・推進器）
電気エネルギー

機関系統を電気系統に統合することで、スペースを節減して、船の大型化をさらに抑制

3．課題解決のための方法（対策③－１）

課題③ 最適な配電 ⇒ 対策③ 制御システム

対策①：電力貯蔵供給装置を追加
対策②：発電機と電力貯蔵供給装置を共通化

別々だった配電が一体化

複数の装備品が状況に応じて随時使用されることになり、電力需要の見通しを把握することが困難

どの発電機と電力貯蔵供給装置を組み合わせて、どれくらい発電すればよいか決められず、電力供給に支障

各装備品の使用状況に応じて、どの発電機と電力貯蔵供給装置から・どれくらい電力を送るのかといった、電力需要と供給のバランスとるための「配電」方法について、対策が必要

３．課題解決のための方法（対策③－２）

課題③ 最適な配電 ⇒ 対策③ 制御システム

電力供給側

再現波形

合成波形

電力需要側

電力分担
割合を決定

合成波形
を予測

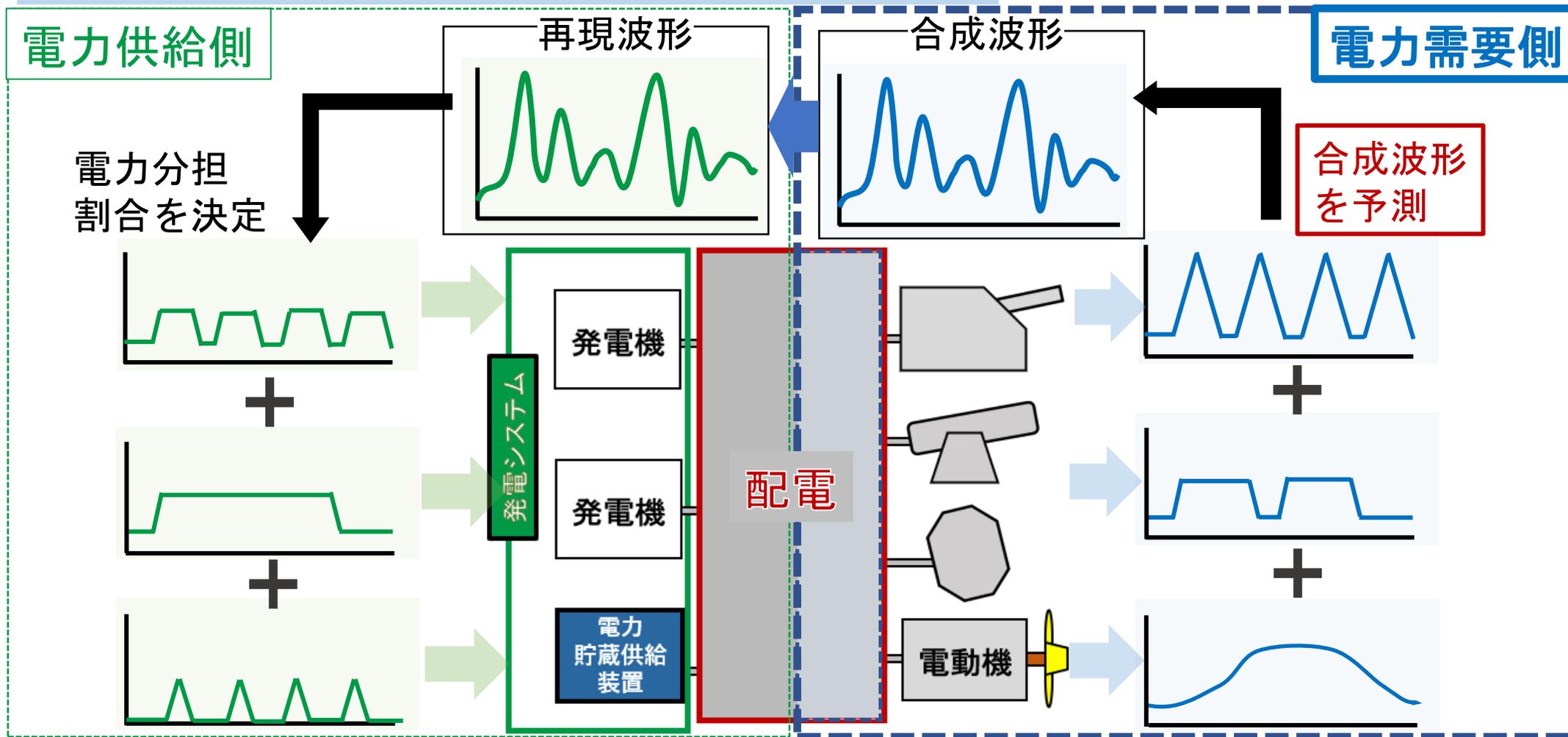
発電システム

発電機

発電機

電力
貯蔵供給
装置

配電

電動機

電力需要側の複雑な合成波形を予測して電力供給側に伝達

３．課題解決のための方法（対策③－３）

課題③ 最適な配電 ⇒ 対策③ 制御システム

電力供給側

再現波形

合成波形

電力需要側

電力分担
割合を決定

合成波形
を予測

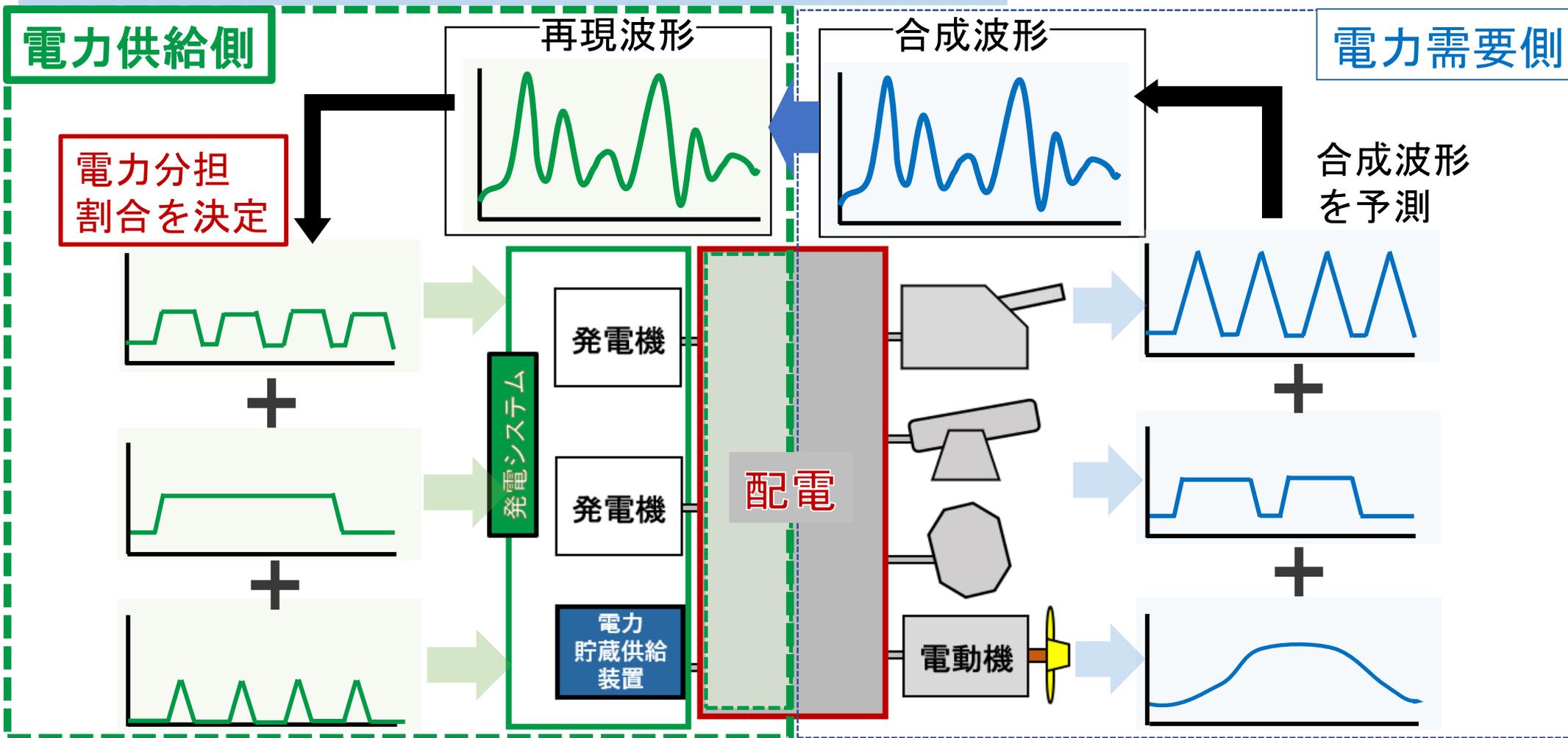
発電システム

発電機

発電機

電力
貯蔵供給
装置

配電

電動機

✓電力供給側は各発電機等の特性に応じて、電力分担割合を決定
✓複雑な合成波形の予測と、各発電機等の特性に応じた電力分担割合を決定する仕組みが必要

３．課題解決のための方法（対策③－４）

課題③ 最適な配電 ⇒ 対策③ 制御システム

電力供給側

再現波形

予測合成波形

電力需要側

電力分担割合を決定

合成波形を予測

制御システム

発電システム

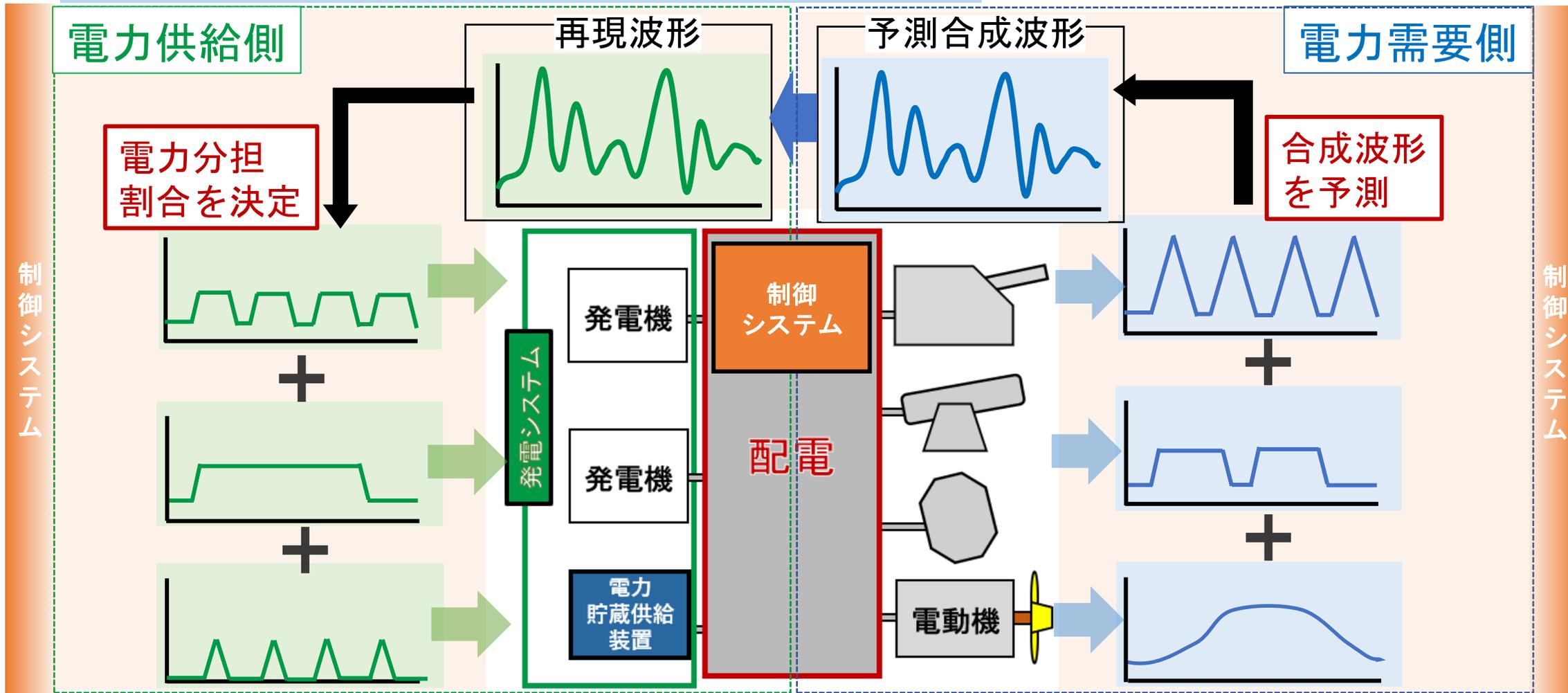
発電機

発電機

電力貯蔵供給装置

制御システム

配電

電動機

制御システム

電力需要側では、【制御システム】が各装備品の選択状況を把握、発電に必要な合成波形を予測
電力供給側では、【制御システム】が合成波形を再現できるよう、各発電機等の分担割合を決定

３.課題解決のための方法

高出力エネルギー兵器の搭載を見据えた艦艇電源システム

電力需給バランスを最適調整する配電技術

制御システム

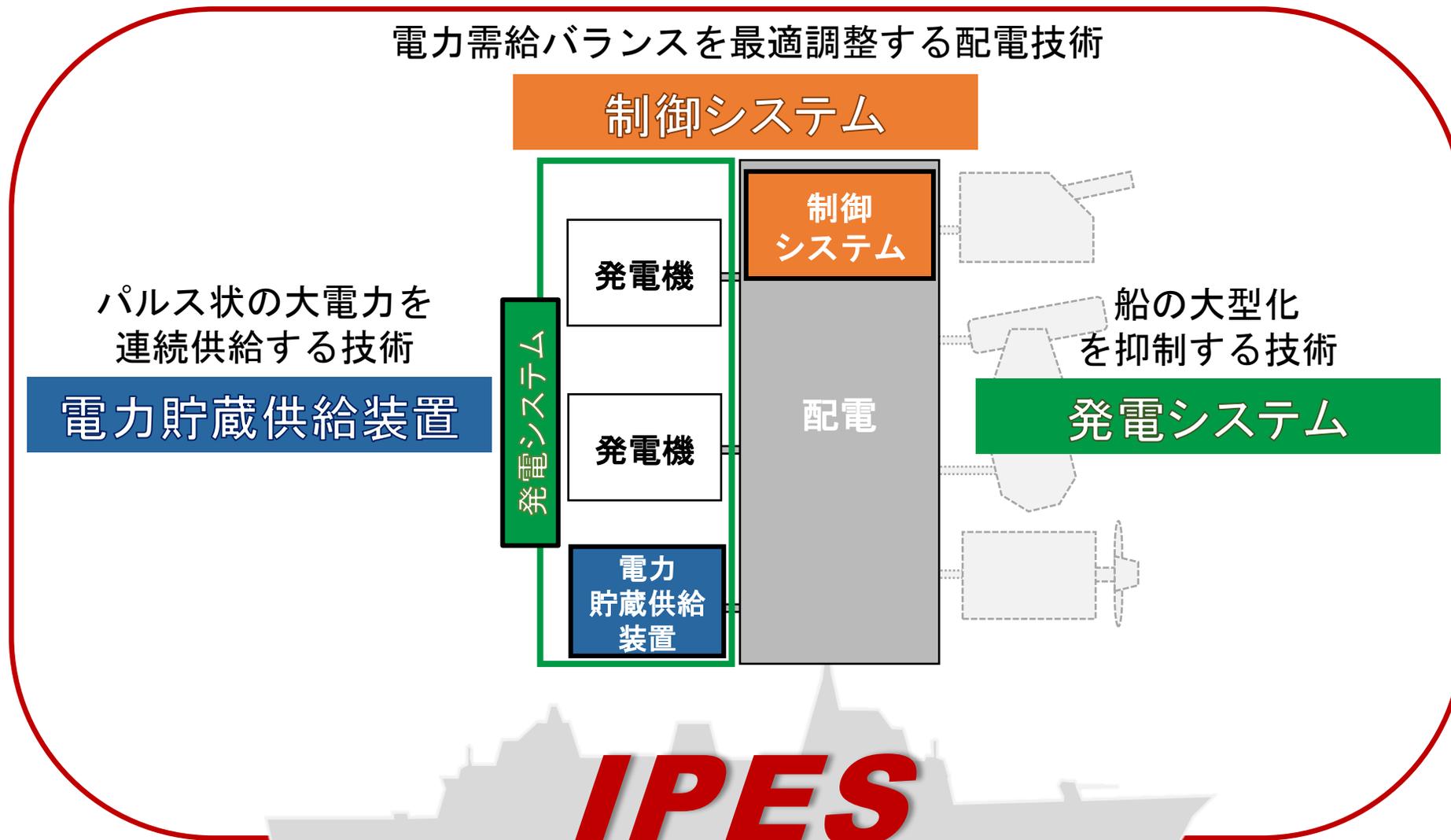
パルス状の大電力を
連続供給する技術

電力貯蔵供給装置

発電システム
発電機
発電機
電力
貯蔵供給
装置

制御
システム

配電

船の大型化
を抑制する技術

発電システム

IPES

(Integrated Power and Energy System)

4．設計研究スケジュール

	2023 R5	2024 R6	2025 R7	2026 R8	2027 R9	2028 R10	2029 R11	2030 R12
【課題①　パルス状の大電力の連続供給】 電力貯蔵供給装置に関する研究								
【課題③　配電】 制御システムに関する研究								
【課題②　船の大型化抑制】 発電システムに関する研究								
ＩＰＥＳ技術　総合実証研究								

高出力エネルギー技術を用いた装備品

将来の護衛艦へ技術導入

５.まとめ

〇高出力エネルギー兵器を護衛艦に搭載するには３つの課題がある。
（１）パルス状の大電力の連続供給
（２）船の大型化抑制
（３）最適な配電

〇課題解決の方法として、３つの技術を紹介した。
（１）電力貯蔵供給装置
（２）発電システム
（３）制御システム

〇３つの技術からなる新しい艦艇電源システムを『ＩＰＥＳ』と呼称している。

〇ＩＰＥＳの創製にむけて、各技術の研究を行っている。